

النظرية النسبية

theory of relativity
théorie de la relativité (sf)
Relativitätstheorie (sf)

هي نظرية طورها «ألبرت آينشتين» في بداية القرن العشرين وأدت إلى تغيير قاطع في العديد من فروع الفيزياء ولها أهمية كبرى أيضا لبعض مجالات الفلك .

أوجد آينشتين عام ١٩٠٥ نظرية النسبية الخاصة لاجتراح التوافق بين النظرية الفيزيائية وبعض الحقائق التي لم يكن تعليلها ممكنا ، وعلى وجه الخصوص إنتشار الضوء في الأوساط المتحركة . وقد كانت نقطة البداية في الميكانيكا الكلاسيكية هي مبدأ التكافؤ النسبي ، الذي عممت نظرية النسبية صلاحيته على كل الظواهر الفيزيائية وعلى وجه الخصوص أيضا بالنسبة للكهرودمغناطيسية منها .

وتبعاً لمبدأ التكافؤ النسبي هذا فإن كل الأنظمة ذى الحركة المنتظمة فيما بينها ، أى التي ليس بينها عجلة نسبية ، هي أنظمة مماثلة في كل القوانين الفيزيائية . ولا ينطبق ذلك بالنسبة للأنظمة ذات العجلة ، على سبيل المثال أيضا الأنظمة الموجودة في حالة دوران . من هنا فإنه من الممكن التحقق بطريقة نسبية ، أى بالنسبة للأجسام غير الأرضية ، مما إذا كانت الأرض ذات حركة منتظمة ، ويمكن أيضا التحقق بطريقة مطلقة ، أى بدون الرجوع إلى الأجسام غير الأرضية ، من أن الأرض تدور وذلك على سبيل المثال خلال تجربة البندول التي أجراها الفيزيائي الفرنسي «فوكولت» . ومن النتائج الكثيرة ، المتناقضة أحيانا نذكر هنا بعضها فقط . لا بد مثلا من صرف النظر عن الفكرة القديمة لكل من الزمان والمكان . فلا يوجد زمن مطلق صالحا بصفة عامة . والقول بوقوع حادثتين في نفس الوقت يعتمد على حالة حركة المشاهد . وسرعة الضوء في الفراغ ثابتة في جميع الحالات . بذلك فإن الشعاع

القادم إلينا من نجم ما يسير بنفس السرعة ، يستوى في ذلك أن يقترب النجم أو يبتعد عنا . (تتغير فقط ذبذبة ، وبالتالي طول موجة شعاع النجم ، تبعاً لظاهرة دوبلر) . وسرعة الضوء في الفراغ هي أكبر سرعة لنقل الطاقة ، ولا يمكن لجسم أن يصل إلا بالقرب من سرعة الضوء فقط ؛ وإلا زادت كتلة الجسم فوق كل الحدود . والكتلة m ليست ثابتة تبعاً لنظرية النسبية ، وإنما تزداد مع السرعة v

$$\text{حسب العلاقة : } m = m_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$$

حيث m_0 تدل على كتلة الجسم في حالة الثبات ، سرعة الضوء يناظر كل كتلة طاقة تعطى بالعلاقة : $E = mc^2$. ولبدأ التكافؤ هذا أهمية كبيرة في كل الفيزياء .

كذلك أوجد آينشتين عام ١٩١٥ نظرية النسبية العامة . وفي هذه النظرية نوقشت بالإضافة إلى نسبية الحركة ، أيضا نسبية العجلة . وقد أخذت الجاذبية كذلك في الاعتبار . وتقتضى النظرية تغييرا أساسيا في النظرة التقليدية لكل من الزمان والمكان . فوجود مجالات الجاذبية يستلزم تغييرا في انحناء الفضاء من مكان إلى آخر . ويمكن لنا أن نتصور مقدار تأثير نظرية النسبية العامة على سبيل المثال في الكسومولوجي . ومن المؤسف أن هناك صعوبة في اختبار هذه النظرية من الناحية العملية . لذلك يبدو منطقيا أن نستعين في هذا الشأن بالأرصاء الفلكية لأننا نتعامل في الفلك مع أبعاد وكل كبيرة .

اقترح آينشتين ثلاثة إمكانيات لإثبات صلاحية نظرية النسبية العامة الأولى منها عبارته عن دوران خط الأوج والحضيض للكواكب حول الشمس . فتبعاً لنظرية النسبية يبلغ هذا الدوران في مدة قرن في حالة عطارد 43.0° ، وفي حالة الزهرة 6.8° ، وبالنسبة للأرض 3.8° أكبر مما ينتظر تبعاً للميكانيكا الكلاسيكية . وقد أتت الأرصاد بتطابق جيد مع

النظير

Nadir (A)

هو نقطة تقاطع إمتداد العمود المقام على الأفق عند مكان الراصد مع الكرة السماوية التي نعتبرها لانهاية . والنقطة المضادة تسمى ← السم .

(وتستعمل الكلمة العربية النظرية كما هي في جميع الأوساط الفلكية) .

نفاذية الغلاف الجوي

transmission of the atmosphere

transmission de l'atmosphère (sf)

Durchlässigkeit der Atmosphäre (sf)

← الغلاف الجوي الأرض .

نقطتي الاعتدالين

equinox

equinoxe (pm)

Aequinox (pm)

← الاعتدالين .

نقطتي التحرر

libration points

points de libration (pm)

Librationspunkte (pm)

← مسألة حركة الثلاث أجسام .

نقطتي التنين

dragon points

points de dragon (pm)

Drachenpunkte (pm)

هي ← العقد في مدار القمر .

نقطة الإفلات

point of escape

point d'évasion (sm)

Fluchtpunkt (sm)

← المستقر و ← الرأس .

نقطة التماس

osculat s epoch

époque osculateurs (sf)

Oskulationsepoche (sf)

← عناصر التماس .

ذلك حيث إتضح أن الزيادات هي ٤٣١١ ، ٤٨٤ ، ٥٠٠ ره على التوالي . والطريقة الثانية في إثبات نظرية النسبية تعتمد على إنحناء الضوء . فتتطلب النظرية أن ينحرف شعاع ضوئي ، يمر عند حافة الشمس ، عن مساره الأصلي بمقدار ١.٧٥ ر . وقد جرى لإختبار ذلك محاولات أثناء الكسوفات الشمسية . إلا أنه لم يمكن حتى الآن الوصول إلى نتيجة قاطعة بسبب صعوبة القياس . وإن كانت نتائج القياس قريبة من القيمة النظرية ، وبالتحديد بين ١.٧٥ ر و ٢.٢ ر . والطريقة الثالثة تعتمد على الإزاحة النسبية الحمراء . فالذرات ، الموجودة في مجالات جاذبية قوية ، تبعث إشعاعاً أقل قليلاً في ذبذبه ، أي أطول في موجته ، عما ينبعث من الذرات الموجودة في فضاء خالي من مجالات الجاذبية . يأتي ذلك من أن الكم الضوئي الذي يغادر النجم يبذل شغلاً ضد قوة جذبته وبذلك يفقد جزءاً من طاقته . والتأثير المتوقع كبير بصفة خاصة في حالة الأقزام البيضاء ، لأن لها مجالات جاذبية بالغة الكبر بسبب صغر أقطارها . وتتفق نتائج الأرصاد حتى الآن كيفاً وليس كمياً مع ما تتطلبه النظرية . وحديثاً وجدت دلائل يبدو بواسطتها تفسير بعض المتناقضات الباقية ممكناً . فهناك طريق رابعة تم إقترحها ونُقِلَتْ حديثاً فقط ، تعتمد على تحديد الزمن الذي تستلزمه الاشارات الراديوية في مجال جاذبية الشمس . فترسل الاشارات الراديوية من الأرض إلى أي من الزهرة أو عطارد عندما يكون بالقرب من الإقتران (← الأطوار) ، ثم يقاس زمن رجوع الإشارة المنعكسة . وفي حدود الدقة المتاحة للأرصاد أمكن حقيقة الوصول إلى ما تنبأ به النظرية من تأخير في الزمن .

نظرية النيازك

meteoric theory

hypothese météoritique (sf)

Meteoritentheorie (sf)

هي إفتراض في مجال ← كسموجوني مجموعة الكواكب .

مع الأفق الذى يبدأ عندها نجم متحرك فوق خط الإستواء السماوى فى الظهور فى الجزء المرنى من الكرة السماوية أثناء حركته اليومية الظاهرية . تسمى النقطة المضادة ، أى الذى يغرب فيها هذا النجم بنقطة الغرب . وعند تساوى الليل والنهار تشرق الشمس فى نقطة الشرق وتغرب فى نقطة الغرب . عندها ونجم متحرك فوق خط الإستواء السماوى فى الظهور فى الجزء المرنى من الكرة السماوية أثناء حركته اليومية الظاهرية . تسمى النقطة المضادة ، أى الذى يغرب فيها هذا النجم بنقطة الغرب . وعند تساوى الليل والنهار تشرق الشمس فى نقطة الشرق وغرب فى نقطة الغرب .

نقطة الشمال

north point
point nord (sm)
Nordpunkt (sm)

هى إحدى نقطتى تقاطع دائرة الزوال مع الأفق . وعلى خلاف نقطة الجنوب فإن نقطة الشمال لها مسافة قطبية صغيرة (الشكل ، ← الاحداثيات) .

نقطة القدم

nadir
nadir (sm)
Fusspunkt (sm)

هى نقطة ← النظير .

نقطة الغرب

west point
point ouest (sm)
Westpunkt (sm)

هى إحدى نقطتى تقاطع خط الإستواء السماوى مع الأفق . وتسمى النقطة المقابلة ← نقطة الشرق .

نقطة الميزان

first point of libra
point d'automne (sm)
Waagepunkt (sm)

هى بالضبط نقطة الخريف (← نقطة الربيع) .

نقطة الجنوب

south point
point sud (sm)
Südpunkt (sm)

هى إحدى نقطتى تقاطع خط الزوال مع الأفق ، والنقطة المقابلة هى ← نقطة الشمال .

نقطة الخريف

autumn point
point d'automne (sm)
Herbstpunkt (sm)

هى النقطة المقابلة ← لنقطة الربيع .

نقطة الربيع

vernal equinox, first point of aires
point vernal (sm)
Frühlingspunkt (sm)

ويرمز لها بالرمز ♈ هى نقطة تقاطع دائرة البروج مع دائرة الإستواء السماوى ، عندما تعبر الشمس فى الإعتدال الربيعى ، حوالى ٢١ مارس ، فى مدارها الظاهرى دائرة الإستواء السماوى من الجنوب إلى الشمال . ونقطة التقاطع الأخرى هى التى تعبر فيها الشمس فى الإعتدال الخريفى ، حوالى ٢٣ سبتمبر ، فى مدارها الظاهرى الاستواء السماوى فى الاتجاه المضاد وتسمى بنقطة الخريف (أو نقطة الميزان) . وتسمى نقطتى الربيع والخريف بنقطتى الإعتدالين (← الإعتدالين) . ونقطة الربيع غير ثابتة تماما فى مكانها وذلك بسبب ترحزح دائرة البروج ودائرة الإستواء السماوى بتأثير السبق والكبو . وتتحرك نقطة الربيع بمرور الزمن على طول البروج فى إتجاه مضاد لحركة الشمس السنوية الظاهرية (← السبق) . وفى زمن هيارخ (أى حوالى عام ١٥٠ قبل الميلاد) كانت نقطة الربيع فى برج الحمل على حافة برج الدلو .

نقطة الشرق

east point
point est (sm)
Ostpunkt (sm)

هى إحدى نقطتى تقاطع خط الاستواء السماوى

النوع الطيفي

spectral type
classe spectrale (sf)
Spektralklasse (sf)

هو أحد الأبعاد التي تميز طيف نجم ما . ويتكون طيف النجم من طيف مستمر فوقه كثير أو قليل من خطوط الانبعاث والإمتصاص . وتوزيع الطاقة في الطيف المستمر يعتمد على درجة الحرارة الفعالة ؛ حيث أنه بزيادة درجة الحرارة الفعالة للنجم فإن قوة الطاقة تتراوح ناحية الأطوال الموجية الأقصر . وتحدد شدة الخطوط الطيفية عدد ذرات العنصر المتسبب في نشأة الخط الطيفي . إلا أن جميع ذرات هذا العنصر ليست في وضع يسمح لها بإنتاج الخط الطيفي قيد البحث ، لأن الذرات توجد في مستويات إثارة وتأين مختلفة . والذرات فقط التي على درجة من الاثارة والتأين المقابل للخط الطيفي هي التي تشارك في إحداثه ؛ مثال ذلك أن الذرات المتعادلة للهيدروجين والموجودة مثارة في مستوى الطاقة الثاني هي التي تشارك في إمتصاص خطوط بالمر ، لأن هذه الذرات فقط هي التي يمكنها إمتصاص طاقة تناظر ذبذبات خطوط بالمر (← تركيب الذرة ، ← الطيف) . وعلى ذلك فإن شدة خط طيفي معين تتحدد بكل من عدد ذرات العنصر ودرجتي التأين والإثارة . فإذا علمنا أنه يمكن إفتراض نفس التركيب الكيماوي لأغلفة النجوم - وعلى الأقل لما ينتمى منها إلى نفس المجموعة - أي نفس درجة شيوع ذرات العناصر المختلفة ، فإنه يتضح أن الشدة النسبية لخط طيفي تكون مقياسا لدرجة التأين أو الاثارة . وكل من درجة التأين والإثارة يعتمد على درجة الحرارة الفعالة والضغط السائد وبالتالي على عجلة الجاذبية في الغلاف الجوي النجمي . وتزداد كل من درجتي الاثارة والتأين بارتفاع درجة الحرارة ، كما أن درجة التأين تقل بزيادة الضغط .

مما سبق يتضح أن الاختلافات في الظروف

نكو

Necho (A)

إحدى فوهات سطح القمر وقطرها ٢٠٠ كيلو متر . وقد سميت بإسم فرعون مصرى (٦٠٩ - ٥٩٣ قبل الميلاد) كان رائدا في علم الجغرافيا وقام برحلة علمية أثبت فيها أن إفريقيا محاطة بالمياه من جميع الأنحاء .

النماذج الكونية

world models
modèles mondiales (pm)
Weltmodelle (pm)

هي عبارة عن نظريات ذات إفتراضات أساسية محددة عن حالة الكون ككل وعن تغيير هذه الحالة ؛ ← الكسملوجي .

نموذج النجم

star model
modèle d'étoile (sm)
Sternmodel (sm)

مجموعة من النتائج النظرية لمعلوماتنا عن التركيب الداخلى لنجم ما ، ← التركيب الداخلى للنجوم .

نموذج المبع القشري

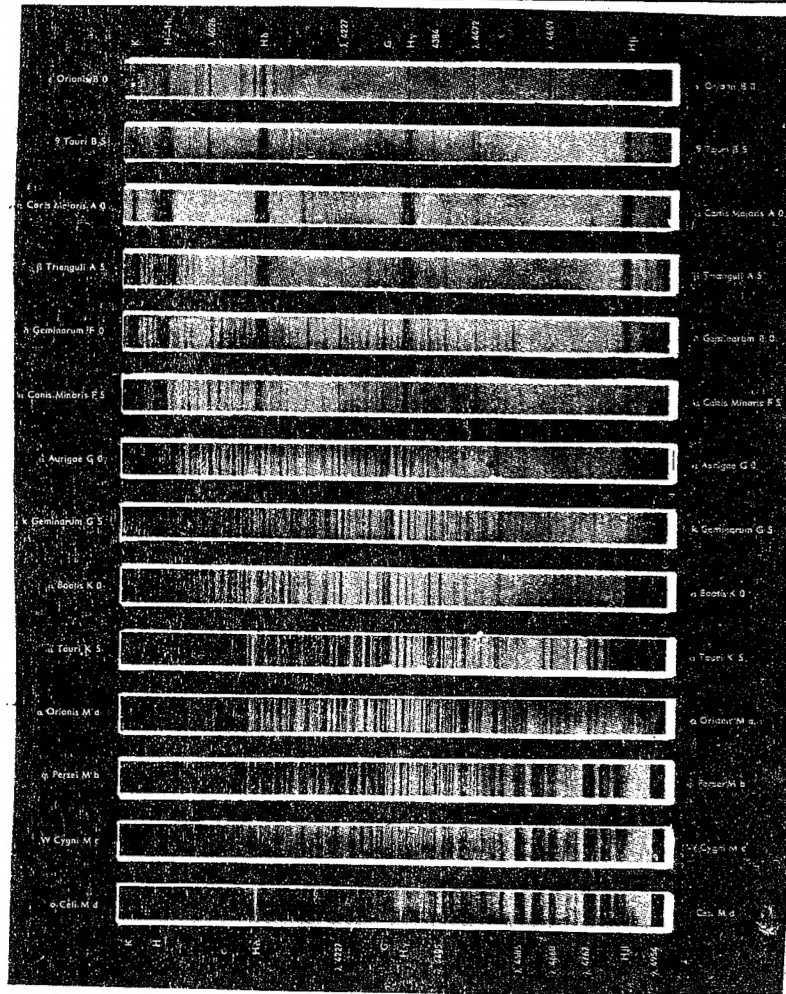
shell source model
modèle à source en couche (sm)
Schalenquellenmodel (sm)

هو نموذج نجمي يتم فيه إنتاج الطاقة في قشرة كروية تغلف منطقة إنتهى وقود إحتراقها ، (← التركيب الداخلى للنجوم) .

النهر أو نهر إريداني

Eridanus, Eri (L)
river Eridanus
Eridan (sm)
Fluss Eridanus (sm)

كوكبة طويلة تمتد من الإستواء السماوى في النصف الجنوبي من الكرة السماوية . وتشاهد هذه الكوكبة في ليلى الشتاء . وفي هذه الكوكبة يوجد النجم ← آخر النهر .



١. تنابع الأنواع الطيفية المختلفة . وقد أدرجت أسماء بعض الخطوط الطيفية وأطوالها الموجة والعناصر التي نشأت منها .

على سبيل المثال بالنسبة للنجوم العالقة أقل قليلاً عما هي عليه لنجوم التتابع الرئيسي ذات نفس النوع الطيفي . وعجلة التناقل لنفس النوع الطيفي تختلف من نوع قوة إشعاعيه إلى آخر .

ولو فحصنا نجوم نوع قوة إشعاعية محدد - على سبيل المثال نجوم التتابع الرئيسي (نوع القوة الإشعاعية V) - لأمكننا اعتبار النوع الطيفي مقياساً لدرجة الحرارة الفعالة .

نلاحظ في أثناء التصنيف الطيفي وجود خطوط طيفية تتغير شدتها من نوع طيفي إلى آخر بدرجة كبيرة . وفي النوع الطيفي الواحد يمكن تمييز النجوم مختلفة القوة الإشعاعية بوجود خطوط تعتمد شدتها على القوة الإشعاعية .

السائدة في الغلاف الجوي للنجوم تنعكس في اختلاف أطيف النجوم . وللحصول على نظام للأطيف الكثرة من النجوم فإننا نقوم بعملية تصنيف طيفي أي وصف المظهر الطيفي من خلال نوعه الطيفي . فالنوع الطيفي يعطي صفات الطيف ولكن بدرجة غير أحادية الدلالة تماماً (على أساس حقيقة أنه في مظهر الطيف هناك عاملين مؤثرين ؛ درجة الحرارة الفعالة وعجلة التناقل ، وأن كلا العاملين لا يرتبطان مع بعضهما بعلاقة واحدة لكل النجوم) . من هنا فقد إتضح ضرورة عمل تصنيف طيفي ثنائي ، يعطي فيه بجانب النوع الطيفي لنجم ما « نوع القوة الإشعاعية » ولنجوم نفس النوع الطيفي تقريباً نفس درجة الحرارة الفعالة . فدرجة الحرارة

وتتميز الأنواع الطيفية من كل من التسلسل الأساس والفرعي بالملامح الآتية :

W: تدل على أحزمة إنبعاث عريضة : لعناصر منها الهيدروجين والهليوم المتأين والمتعادل ، فوق طيف مستمر قوى ؛ نجوم وولف رايت .

O: تدل على خطوط إمتصاص الهليوم المتأين وعلى طيف إستمرار شديد في منطقة الموجات القصيرة .

B0 - B4: خطوط إمتصاص الهليوم المتعادل ، علاوة على مثيلها للهيدروجين (H_β ، H_α ، ... الخ) ، وكذلك الأكسجين أحادى التأين .

B5 - B9: خطوط هليوم ضعيفة ، وخطوط بالمر قوية

A0 - A4: تسود خطوط بالمر وتوجد بعض خطوط المعادن المتأينة .

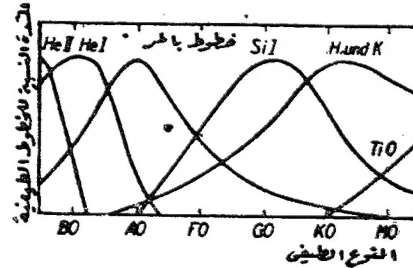
A5 - A9: تقل قليلا شدة خطوط بالمر بينما تزداد شدة خطى الكالسيوم أحادى التأين H ، K وكذلك خطوط المعادن الأخرى .

F0 - F4: تزداد شدة خطوط H ، K أكثر ، بينما تضعف خطوط بالمر أكثر ، وفي نفس الوقت تظهر أحزمة - G متراخمة في خطوط كل من الحديد والتيتانيوم والكالسيوم بجانب بعضها .

F5 - F9: خطوط H ، K هي أشد الخطوط وتزداد شدة أحزمة -

G0 - G4: لا تزال خطوط H ، K أشد الخطوط ، وبجانب ذلك يوجد العديد من خطوط المعادن ، كما لا يزال من

يتم تمييز كل من الأنواع الطيفية بأحدى الحروف الآتية : M ، K ، G ، F ، A ، B ، O ، W
وبنفس الترتيب فإن درجة الحرارة الفعلية لنوع ما تقل عن سابقه ؛ فنجوم - W لها أعلى درجة حراره بينما نجوم - M لها أقل درجة حراره . بجانب هذا التابع الأساس للنجوم من W حتى M يوجد تتابع جانبي تنسب إليه نجوم S ، N ، R ونظرا لتغير ضوء النوا فإنها توضع بمفردها في النوع الطيفي Q . ولغرض التميز الدقيق والأحسن فقد قسمت الأنواع الطيفية للتسلسل الرئيس السابق في نظام عشري (باستثناء النوع W) ، على أن يتبع كل نوع طيفي بأحد الأرقام من (صفر) حتى (تسعة) . وعلى ذلك يأتي بعد B9 النوع الطيفي AO . يرتبط هذا الترتيب الخاص للحروف بطروف تاريخية حيث لم يكن أول تقسيم ثم عمله في مرصد هارفارد (تقسيم هارفارد) تبعا للملامح الفيزيائية وإنما الظاهرية الخارجية في الطيف . وعندما تدارك الفلكيون بعد ذلك الملامح الفيزيائية أبقوا على نفس التسمية الأولى ، وتم فقط التبديل بين الأنواع الطيفية المختلفة . وقد إصطلح على أن الأنواع الطيفية من W حتى A أنواعا طيفية متتالية بينما الأنواع من F حتى G أنواعا طيفية متأخرة ، على أن ذلك لا يعنى أى تطور كسموجوني كما كان يعتقد قبل ذلك .



٢ الشدة النسبية - في الأنواع الطيفية المختلفة للخطوط -
للخطوط الطيفية من الهليوم المتأين He II وخطوط بالمر
وخطوط السليكون المتعادل Si I وخطى H ، K للكالسيوم
التأين مرة واحدة وحزام أكسيد اتيتانيوم TiO وقد أخذت
الشدة العظمى لكل الخطوط متساوية .